

第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25 問    2 時間 30 分

A－1 次の記述は、我が国の中波放送における同期放送(精密同一周波放送)方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 同期放送では、相互に同期放送の関係にある放送局の地表波対地表波の混信を考慮する必要がある。
- 同期放送は、相互に同期放送の関係にある放送局の搬送周波数の差  $\Delta f$  が 1 [kHz] を超えて変わらないものとし、同時に同一の番組を放送するものである。
- 相互に同期放送の関係にある放送局の電波が受信できる地点の合成電界によるフェージングの繰り返しは、受信機の自動利得調整(AGC)機能や受信機のバーアンテナ等の指向性によって所定の混信保護比を満たすことにより、その改善が期待できる。
- 同期放送の混信保護比を満足しない場所において、相互に同期放送の関係にある放送局の被変調波に位相差があると、合成された被変調波の波形が歪んだり、受信機の検波器の特性による歪を発生し易くなり、サービス低下の原因となる。
- 同期放送を行うことによりカーラジオ等の移動体に対するサービス改善が図れる。

A－2 次の記述は、直交振幅変調(QAM)方式について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 送信側では、互いに直交する位相関係にある二つの搬送波を、複数の振幅レベルを持つデジタル信号  $\psi_I(t)$  [V] 及び  $\psi_Q(t)$  [V] でそれぞれ振幅変調し、その出力を加算して送出する。このときの直交振幅変調波  $e(t)$  は、次式で表される。ただし、 $\omega_C$  [rad/s] は、搬送波の角周波数を示す。  

$$e(t) = \text{  A } + \psi_Q(t) \sin \omega_C t \quad \text{[V]}$$
- 受信側では、互いに直交する位相関係にある二つの復調搬送波を用いてデジタル信号を復調する。  
 復調搬送波  $e_L(t)$  が  $e_L(t) = \cos(\omega_C t - \varphi)$  [V] のとき、同期検波を行って低域フィルタ(LPF)を通すと、 $\varphi = 0$  [rad] で、 B が復調され、 $\varphi = \pi/2$  [rad] で、 C が復調される。

	A	B	C
1	$\psi_I(t) \cos \omega_C t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
2	$\psi_I(t) \cos \omega_C t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
3	$\psi_I(t) \sin \omega_C t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
4	$\psi_I(t) \sin \omega_C t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
5	$\psi_I(t) \tan \omega_C t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$

A－3 次の記述は、BPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレート(データ伝送速度)との原理的な関係について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、シンボルレートは、1 秒当たりの変調回数(単位は [sps])を表す。

- BPSK(2PSK)では、シンボルレートが 5.0 [Msps] のとき、ビットレートは、 A [Mbps] である。
- QPSK(4PSK)では、シンボルレートが 5.0 [Msps] のとき、ビットレートは、 B [Mbps] である。
- 64QAM では、ビットレートが 48.0 [Mbps] のとき、シンボルレートは、 C [Msps] である。

	A	B	C
1	5.0	10.0	8.0
2	5.0	10.0	6.0
3	2.5	10.0	6.0
4	10.0	2.5	9.0
5	10.0	5.0	8.0

A－4 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることのある現象について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 寄生振動は、発振器又は増幅器において、目的とする周波数と特定の関係が  A 周波数で発振する現象である。
- 混変調妨害は、受信機に希望波及び妨害波が入力されたとき、回路の非直線動作によって妨害波の  B 成分で希望波の搬送波が変調を受ける現象である。
- 相互変調妨害は、受信機に複数の電波が入力されたとき、回路の非直線動作によって各電波の周波数の整数倍の成分の  C の成分が発生し、これらが希望周波数又は中間周波数と一致したときに生ずる現象である。

	A	B	C
1	ある	変調信号	積
2	ある	高調波	和又は差
3	ない	変調信号	和又は差
4	ない	変調信号	積
5	ない	高調波	和又は差

A-5 次の記述は、図に示すデジタル処理型中波 AM(A3E) 送信機に用いられている電力増幅器 (D 級増幅器) の基本回路構成例についてその動作原理を述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は無損失とし、負荷は純抵抗とする。また、負荷に加わる電圧波形は矩形波とし、その矩形波の実効値と最大値は等しいものとする。

- (1) 電力増幅器には、オン抵抗の小さい MOS 型電界効果トランジスタ (MOSFET) を使用し、□ A □ を向上させている。

(2) FET1～FET4 は、搬送波を波形整形した矩形波の励振入力  $\phi 1$  及び  $\phi 2$  によって励振されて導通 (ON) あるいは非導通 (OFF) になる。FET1 及び FET4 が ON で、かつ FET2 及び FET3 が OFF のとき、負荷に流れる電流  $I$  の向きは、□ B □ である。また、FET1 及び FET4 が OFF で、かつ FET2 及び FET3 が ON のとき、電流の向きはその逆になる。この動作を繰り返すと、負荷には周波数が励振入力の周波数と等しい高周波電流が流れる。デジタル処理型中波 AM 送信機では、音声信号を A-D 変換したデジタル信号のビット情報によりこのような電力増幅器を複数台制御し、その出力を電力加算することで AM 変調波を得ている。

(3) 直流電源電圧  $E$  が 100 [V]、負荷のインピーダンスの大きさが 10 [ $\Omega$ ] のとき、負荷に供給される高周波電力は、□ C □ [kW] である。
- | A       | B | C |
|---------|---|---|
| 1 電力効率  | ① | 1 |
| 2 電力効率  | ① | 4 |
| 3 電力効率  | ② | 4 |
| 4 周波数特性 | ② | 4 |
| 5 周波数特性 | ② | 1 |
- 
- フルブリッジ型 SEPP (Single Ended Push-Pull) 回路の電力増幅器
- A-6 次の記述は、図に示す BPSK (2PSK) 信号の復調回路の構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。
- (1) この復調回路は、□ A □ 検波方式を用いている。

(2) 位相検波回路で入力 of BPSK 信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との □ B □ を行い、低域フィルタ (LPF)、識別再生回路及びクロック再生回路によってデジタル信号を復調する。

(3) 搬送波再生回路は、周波数 2 通倍回路、帯域フィルタ (BPF)、位相同期ループ (PLL) 及び 1/2 分周回路で構成されており、入力 of BPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて  $\pi$  [rad] 変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタ (BPF) の出力の位相は □ C □ 。

A	B	C
1 遅延	掛け算	変わらない
2 遅延	加算	変わらない
3 遅延	掛け算	$\pi$ [rad] 変化する
4 同期	加算	$\pi$ [rad] 変化する
5 同期	掛け算	変わらない

A-7 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタ (LPF) を通したときの出力電流  $i_a$  の高調波ひずみ率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $i_a$  は次式で表されるものとし、 $a$  を比例定数、搬送波の振幅を  $E$  [V]、変調信号の角周波数を  $p$  [rad/s] とする。また、変調度  $m \times 100$  [%] の値を 60 [%] とする。

$$i_a = \frac{aE^2}{2} \left( 1 + \frac{m^2}{2} + 2m \sin pt - \frac{m^2}{2} \cos 2pt \right) \quad [\text{A}]$$

1 5 [%]	2 10 [%]	3 15 [%]	4 20 [%]	5 25 [%]
---------	----------	----------	----------	----------

(GA601-2)

A-8 スーパーヘテロダイン受信機の受信周波数が 8,545 [kHz] のときの映像周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。  
ただし、中間周波数は 455 [kHz] とし、局部発振器の発振周波数は、受信周波数より低いものとする。

- 1 9,910 [kHz]
- 2 9,000 [kHz]
- 3 8,090 [kHz]
- 4 7,635 [kHz]
- 5 7,180 [kHz]

A-9 抵抗 400 [Ω] から発生する熱雑音電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価雑音帯域幅を 2.4 [MHz]、周囲温度を 300 [K]、ボルツマン定数を  $1.38 \times 10^{-23}$  [J/K] とする。

- 1  $1 \times 10^{-6}$  [V]
- 2  $2 \times 10^{-6}$  [V]
- 3  $3 \times 10^{-6}$  [V]
- 4  $4 \times 10^{-6}$  [V]
- 5  $5 \times 10^{-6}$  [V]

A-10 電源に用いるコンバータ及びインバータに関する次の記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 インバータは、出力の交流電圧のパルス幅、周波数及び位相を制御することができない。
- 2 コンバータには、入出力間の絶縁ができる絶縁型と、入出力間の絶縁ができない非絶縁型とがある。
- 3 DC-DC コンバータは、直流 24 [V] で動作する機器を 12 [V] のバッテリーで駆動するような場合に使用できる。
- 4 インバータは、直流電圧を交流電圧に変換する。
- 5 インバータの電力制御素子として、トランジスタ及びサイリスタなどを用いる。

A-11 次の記述は、移動通信端末などに使用されているリチウムイオン蓄電池について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) リチウムイオン蓄電池の一般的な構造では、負極に、リチウムイオンを吸蔵・放出できる □A□ を用い、正極にコバルト酸リチウム、電解液としてリチウム塩を溶解した有機溶媒からなる有機電解液を用いている。

(2) ニッケルカドミウム蓄電池と異なって □B□ がなく、継ぎ足し充電も可能である。

(3) 充電が完了した状態のリチウムイオン蓄電池を高温で貯蔵すると、容量劣化が □C□ なる。
- A

1 金属リチウム

B

1 サイクル劣化

C

1 大きく

2 金属リチウム

2 メモリ効果

2 少なく

3 炭素質材料

3 サイクル劣化

3 少なく

4 炭素質材料

4 メモリ効果

4 少なく

5 炭素質材料

5 メモリ効果

5 大きく

A-12 次の記述は、ASR(空港監視レーダー)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) ASR は、航空機の位置を探知し、SSR(航空用二次監視レーダー)を併用して得た航空機の □A□ 情報を用いることにより、航空機の位置を □B□ 的に把握することが可能である。

(2) 移動する航空機の反射波の位相が □C□ によって変化することを利用して山岳、地面及び建物などの固定物標からの反射波を除去し、移動目標の像をレーダーの指示器に明瞭に表示することができる MTI(移動目標指示装置)を用いている。
- A

1 高度

B

1 三次元

C

1 ドプラ効果

2 高度

2 三次元

2 ファラデー効果

3 方位

3 二次元

3 ドプラ効果

4 方位

4 三次元

4 ドプラ効果

5 方位

5 二次元

5 ファラデー効果

A-13 パルスレーダーにおいて、送信パルスの尖頭電力が 50 [kW] のときの平均電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。  
ただし、パルスは理想的な方形波とし、パルスの繰返し周波数を 1,000 [Hz]、パルス幅を 1 [μs] とする。

- 1 10 [W]
- 2 20 [W]
- 3 30 [W]
- 4 40 [W]
- 5 50 [W]

A-14 次の記述は、パルス変調について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) パルス振幅変調(PAM)は、入力信号の □A□ に応じてパルスの振幅が変化し、パルスの周期及び幅は一定である。

(2) パルス位相(位置)変調(PPM)は、入力信号の □B□ に応じてパルスの位相(位置)が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。

(3) パルス符号変調(PCM)は、入力信号の □C□ に応じて複数のパルスを組み合わせて表される符号が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。
- A

1 位相

B

1 振幅

C

1 正負の極性

2 位相

2 位相

2 振幅

3 振幅

3 位相

3 正負の極性

4 振幅

4 振幅

4 正負の極性

5 振幅

5 振幅

5 振幅

A-15 次の記述は、スペクトラム拡散通信方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一般に、スペクトラム拡散方式には、□ A □ 方式、周波数ホッピング方式がある。
- (2) □ A □ 方式では、受信時における狭帯域の妨害波は、受信側で拡散されるので混信妨害を受け □ B □ 。
- (3) 周波数ホッピング方式は、□ C □ の妨害波により搬送波が妨害を受けても、搬送波がすぐに他の周波数に切り換わるため、混信妨害を受け難い。

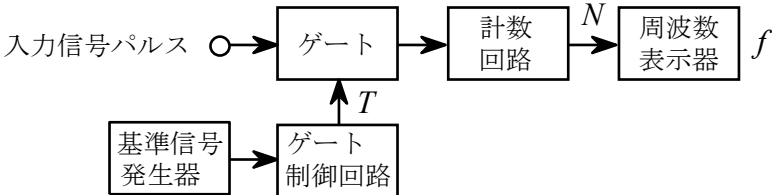
	A	B	C
1	直接拡散	易い	広帯域
2	直接拡散	難い	狭帯域
3	QAM	易い	広帯域
4	QAM	難い	狭帯域
5	広帯域	易い	狭帯域

A-16 衛星通信回線の総合の搬送波電力対雑音電力比の値(真数)を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、システム間干渉雑音電力及びシステム内干渉雑音電力のみとし、搬送波電力と各雑音電力との比をそれぞれ  $C/N_1$ 、 $C/N_2$ 、 $C/N_3$  及び  $C/N_4$  とする。

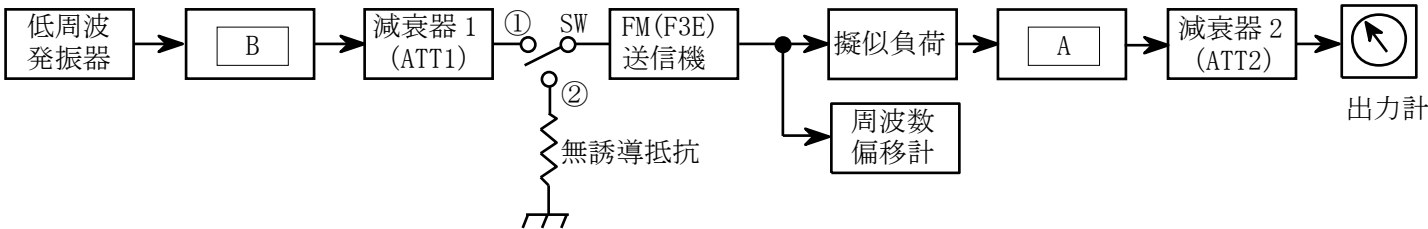
- 1
 $1/\left(\frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4}\right)$
- 2
 $\left(C/N_1 + C/N_2 + C/N_3 + C/N_4\right) / 4$
- 3
 $4/\left(\frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4}\right)$
- 4
 $C/N_1 + C/N_2 + C/N_3 + C/N_4$
- 5
 $\frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4}$

A-17 図に示す計数形周波数計(周波数カウンタ)において、ゲート時間  $T$  [s] の間にゲートを通過する周波数  $f$  [Hz] の入力信号パルスを計数したところ、計数値  $N$  として真値より一つ多い 50, 001 個が得られた。このときの  $f$  の測定誤差の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $T = 10$  [ms] とし、基準信号発生器の周波数誤差はないものとする。

- 1
50 [Hz]
- 2
100 [Hz]
- 3
500 [Hz]
- 4
1, 000 [Hz]
- 5
5, 000 [Hz]



A-18 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E) 送信機の信号対雑音比(S/N)の測定法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。



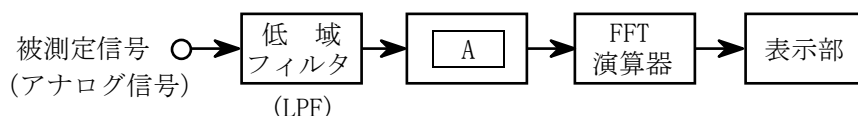
- (1) スイッチ SW を②側に接続して送信機の入力端子を無誘導抵抗に接続し、送信機から無変調波を出力する。次に、出力計の指示値が読み取れる値  $V$  [V] となるように □ A □ の出力側に接続された減衰器 2(ATT2)を調整する。このときの ATT2 の読みを  $D_1$  [dB] とする。
- (2) 次に、SW を①側に接続し、低周波発振器から規定の変調信号(例えば 1 [kHz] )を □ B □ 及び減衰器 1(ATT1)を通して送信機に加え、周波数偏移が規定値になるように ATT1 を調整する。
- (3) また、ATT2 を調整し、(1)と同じ出力計の指示値  $V$  [V] となるようにする。このときの ATT2 の読みを  $D_2$  [dB] とすれば、求める信号対雑音比( $S/N$ )は、□ C □ [dB] である。

	A	B	C
1	包絡線検波器	低域フィルタ (LPF)	$D_2 + D_1$
2	包絡線検波器	高域フィルタ (HPF)	$D_2 - D_1$
3	FM 直線検波器	低域フィルタ (LPF)	$D_2 + D_1$
4	FM 直線検波器	低域フィルタ (LPF)	$D_2 - D_1$
5	FM 直線検波器	高域フィルタ (HPF)	$D_2 - D_1$

A-19 次の記述は、図に示す高速フーリエ変換(FFT)アナライザの原理的な構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 被測定信号(アナログ信号)は、低域フィルタ(LPF)を通過した後、A でデジタルデータに置き換えられる。このデータは、FFT 演算器で演算処理されて B のデータに変換され、表示部に表示される。
- (2) アナログ処理によるスーパーヘテロダイン方式のスペクトルアナライザとの相違点は、C の情報が得られることである。

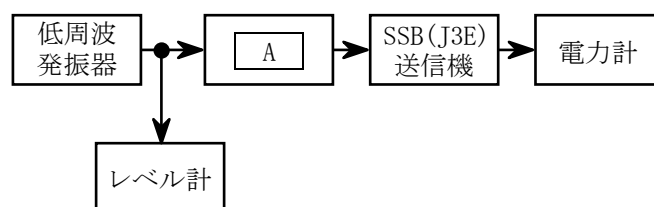
	A	B	C
1	D-A 変換器	時間領域	振幅
2	D-A 変換器	周波数領域	位相
3	A-D 変換器	周波数領域	位相
4	A-D 変換器	周波数領域	振幅
5	A-D 変換器	時間領域	位相



A-20 次の記述は、SSB(J3E)送信機の空中線電力の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

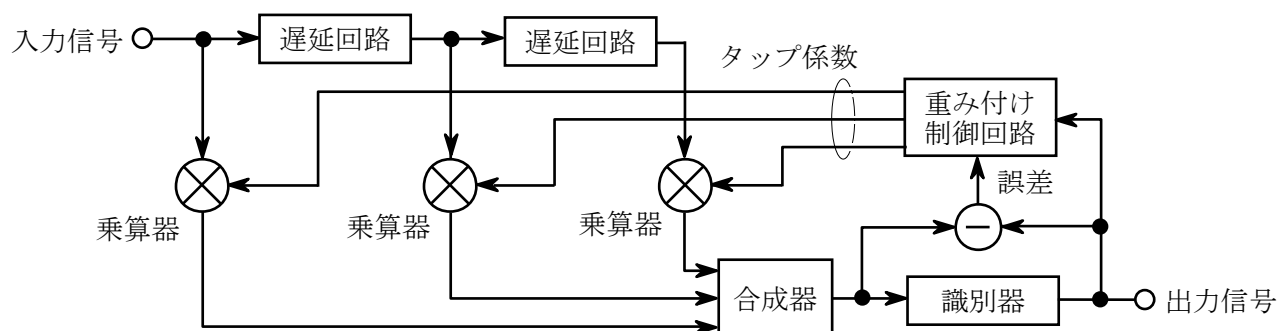
- (1) 図に示す構成例において、低周波発振器の発振周波数を所定の周波数(1,500〔Hz〕)の正弦波)とし、A を操作して送信機の変調信号の入力レベルを増加しながら、そのつど送信機出力を電力計で測定し、送信機出力が B するまで測定を行う。このとき、低周波発振器の出力レベルが一定に保たれていることをレベル計で確認する。
- (2) J3E 送信機の空中線電力は、C で表示することが規定されており、送信機出力が B したときの平均電力である。

	A	B	C
1	変調度計	飽和	平均電力
2	変調度計	増加	尖頭電力
3	可変減衰器	増加	平均電力
4	可変減衰器	飽和	平均電力
5	可変減衰器	飽和	尖頭電力



B-1 次の記述は、図に示すデジタル無線通信に用いられるトランスバーサル形自動等化器の原理的構成例等について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 周波数選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、波形ひずみとなって現れるため、**ア**が大きくなる原因となる。トランスバーサル形自動等化器は、波形を補償する **イ** の一つである。
- (2) 図に示すように、トランスバーサル形自動等化器は、**ウ** ずつパルス列を遅らせ、それぞれのパルスに重み係数(タップ係数)を乗じ、重み付けをして合成することにより、理論的に周波数選択性フェージングなどより生じた符号間干渉を打ち消すことができる。
- (3) 重み付けの方法は、図に示すように合成器の出力を識別器に入れ、識別時点における必要とする信号レベルとの誤差を検出し、この誤差が前後のどのパルスから生じたのかを、ビットと乗算して **エ** を検出し判定する。これにより、符号間干渉を与えているパルスに対するタップ係数を制御して誤差を打ち消す。
- (4) QAM など直交した搬送波間の干渉に対処するには、図に示す構成例による回路等を **オ** して構成する。



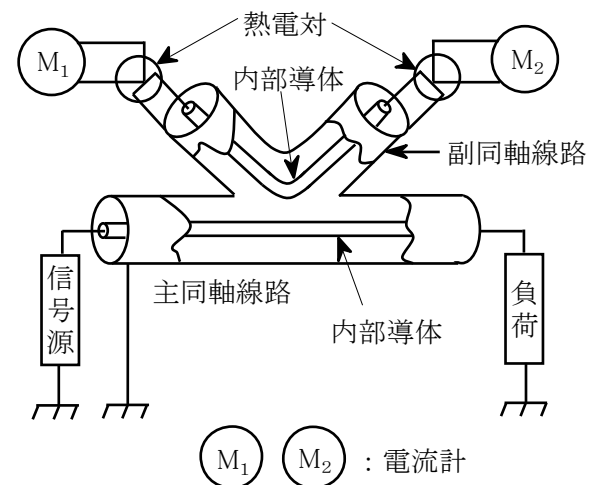
- |   |                |   |            |   |         |   |      |    |       |
|---|----------------|---|------------|---|---------|---|------|----|-------|
| 1 | 符号誤り率          | 2 | 時間領域自動等化器  | 3 | 1/2 ビット | 4 | 相関成分 | 5  | 3 次元化 |
| 6 | 信号対干渉雑音比 (S/I) | 7 | 周波数領域自動等化器 | 8 | 1 ビット   | 9 | 直交成分 | 10 | 2 次元化 |

B-2 次の記述は、デジタル伝送におけるビット誤り等について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 例えば、100 ビットの信号を伝送して、1 ビットの誤りがあった場合、ビット誤り率は、 $10^{-4}$ である。
- イ 多相 PSK の搬送波の位相と符号の関係が、自然 2 進(バイナリ)符号による対応の場合は、隣り合う符号間で値が変化する際に変化した符号に誤りが生じたとき、常に複数ビットの誤りとなる。
- ウ 自然 2 進(バイナリ)符号よりグレイ符号を用いた方がビット誤り率を小さくできる。
- エ BPSK 等の 2 値変調では、符号誤り率とビット誤り率は同じ値になる。
- オ 多相 PSK の搬送波の位相と符号の関係が、グレイ符号による対応の場合は、隣り合う符号間で値が変化する際に変化した符号に誤りが生じたとき、常に 1 ビットの誤りですむ。

B-3 次の記述は、図に示す CM 形電力計の原理について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の相互インダクタンスによって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れる。
- イ 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の静電容量によって、主同軸線路に流れる電流に比例する電流が流れる。
- ウ CM 形電力計は、通過形高周波電力計の一種である。
- エ CM 形電力計を構成する素子などが電氣的に一定の条件を満足するようにしてあれば、電流計の指示は、熱電対に流れる電流の二乗に比例する。
- オ CM 形電力計の電流計の指示値から負荷への入射波電力及び負荷からの反射波電力の測定ができる。



B-4 次の記述は、デジタル・ストレージ型スペクトルアナライザによる周波数測定について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 多数の信号のスペクトルが近接し混在している場合は、雑音等の隣接した妨害波の影響がない測定条件のもとであっても希望する信号のスペクトルの周波数測定はできない。
- イ トリガモードによる掃引機能を用いて、発生頻度の低い信号のスペクトルの周波数測定ができる。
- ウ 希望する信号のスペクトルよりも振幅が大きいスペクトルがある場合、又は複数スペクトルの周波数を測定する場合は、ネクストピーク等のマーカサーチ機能を用いて効率的に測定することができる。
- エ 基準発振器又は外部基準周波数信号の周波数が不正確であっても、局部発振器にシンセサイザを用いているため、十分な周波数測定精度を得ることができる。
- オ 機能的には、分析したスペクトル周波数をマーカで読み取る方式及び局部発振周波数と中間周波数を周波数カウンタと同様に計数することによりマーカを置いた信号スペクトルの周波数を高分解能で測定する方式を併設しているものがある。

B-5 次の記述は、SSB(J3E)通信方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) SSB(J3E)通信方式は、AM(A3E)波の □ ア □ の側波帯のみを伝送して、変調信号を受信側で再現させる方式である。
- (2) SSB(J3E)波の占有周波数帯幅は、変調信号が同じとき、AM(A3E)波のほぼ □ イ □ である。
- (3) SSB(J3E)波は、変調信号の □ ウ □ 放射される。
- (4) SSB(J3E)波は、AM(A3E)波に比べて選択性フェージングの影響を受け □ エ □ 。
- (5) SSB(J3E)波は、搬送波が □ オ □ されているため、他の SSB 波の混信時にビート妨害を生じない。

- |      |       |          |       |       |
|------|-------|----------|-------|-------|
| 1 一つ | 2 1/2 | 3 無いときでも | 4 易い  | 5 抑圧  |
| 6 二つ | 7 1/4 | 8 有るときだけ | 9 難しい | 10 低減 |